Journal of Korea Port Economic Association
Vol.37, No.1, 2021, pp.71-85.
https://doi.org/10.38121/kpea.2021.03.37.1.71

항공화물의 간헐적 수요예측에 대한 비교 모형 연구

- Croston모형과 Holts모형을 중심으로 -

유병철* · 박영태**

A Comparative Model Study on the Intermittent Demand Forecast of Air Cargo

- Focusing on Croston and Holts models -

Yoo, Byung-Cheol · Park, Young-Tae

Abstract

A variety of methods have been proposed through a number of studies on sophisticated demand forecasting models that can reduce logistics costs. These studies mainly determine the applicable demand forecasting model based on the pattern of demand quantity and try to judge the accuracy of the model through statistical verification. Demand patterns can be broadly divided into regularity and irregularity. A regular pattern means that the order is regular and the order quantity is constant. In this case, predicting demand mainly through regression model or time series model was used. However, this demand is called "intermittent demand" when irregular and fluctuating amount of order quantity is large, and there is a high possibility of error in demand prediction with existing regression model or time series model. For items that show intermittent demand, predicting demand is mainly done using Croston or HOLTS. In this study, we analyze the demand patterns of various items of air cargo with intermittent patterns and apply the most appropriate model to predict and verify the demand.

In this process, intermittent optimal demand forecasting model of air cargo is proposed by analyzing the fit of various models of air cargo by item and region.

Keyword: Air Cargo, Demand Forecast, Demand Pattern, Intermittent Demand, Croston & Holts

▷ 논문접수: 2021. 02. 08. ▷ 심사완료: 2021. 03. 29. ▷ 게재확정: 2021. 03. 29.

* 한국항공대학교 항공교통물류학과 박사과정(아시아나항공 인천화물서비스지점 파트장), 제1저자, bcyu69@naver.com
** 동의대학교 상경대학 무역학과 교수, 교신저자, gregory@deu.ac.kr

Ⅰ. 서 론

항공화물은 긴급성을 요하는 항공화물의 특성상 정확한 수요 예측이 어려운 상황이 많이 발생하기 때문에 수요 예측 모형의 변동성이 매우 크다. 지난 20년간 우리나라의 국제화물 수송량을 살펴보면, 연 평균 약 5.3% 계속 증가하였다. 이러한 가운데 항공 운송을 통한 교역량은 전체 교역량의 1%도 미치지 못하지만, 가치기준으로는 35%를 차지하고 있다. 이는 항공을 통해 운송되는 화물이 고부가가치 제품이 주를 이루기 때문이다. 이러한 특성의 품목들은 계속해서 수출이 증가하고 있으며, 더불어 항공화물 운송의 중요성이 날로 높아지고 있는 실정이다. 또한 인천공항 개항 이래 항공화물량은 연평균 5.5%의 성장을 하였으며, '18년 기준 약 295만톤을 달성하였다. 이 중 38% 정도는 여객기 벨리를 이용하여 운송되었는데 특히, 2011년 이후 여객기 벨리를 통한 항공화물 운송 연평균 성장률(5.1%)이 화물기를 통한 운송 성장률(0.7%)보다 훨씬 높은 것으로 나타났다.

환적화물 역시 여객기 벨리를 통해 운송되는 비중이 점점 증대되고 있으며, '18년 기준 연간 처리 환적화물이 차지하는 비중이 '08년 이후 지속적으로 감소하고 있음에도 불구하고, 밸리를 통한 환적화물 비중이 지속적으로 증가하고 있다. 이와 같이 Belly Cargo의 증가 추세로 인해 국적항공사 K사와 A사의 경우, 화물기 기재의 운영을 축소하거나 중장기적으로 벨리 공급력이 큰 여객기 도입을 적극적으로 고려 중이다. 저비용항공사 또한 여객기 하부의 빈 공간을 활용한 Belly Cargo를 운송함으로써 적은 비용으로 틈새시장에서 살아남을 수 있을 것으로 기대되고 있다. 그러나 이와 같은 증가율에도 불구하고, 항공화물의 수요 예측에 대한 연구는 상대적으로 매우 제한적으로 이루어지고 있다.

항공사의 단기, 중장기 항공화물의 수요 예측은 그동안 해외공항지점의 수요동향, PMI(Purchase Management Index) 지수, 한국 무역협회 자료, 그리고 국내 화주 판매의 동향 등을 참고하여 추상적으로 이루어진 측면이 크며 체계적이고 과학적인 접근이 미흡하였다. 항공화물은 수요량의 특성상 계절적, 또는 국제 경제적 요인에 따라 수요량이 불규칙적인 패턴을 보이거나 기간에 따라서 수요량이 저조하거나 희박한 간헐적 화물 수요가 많다. 따라서 항공 화물의 수요 예측은 매우 어렵고 특정한 수요 예측 모형을 모든 품목에 적용시키기 어려운 점이 있다. 하지만 항공사 즉 운송 서비스 공급자의 입장에서 과거의 데이터를 바탕으로 미래의 수요 예측과 대내외적인 환경변화를 고려하고, 특히 계절적 요인과 국제 경기변화에 따른 불규칙한 화물의 수요 패턴을 분석하여 이를 수요 예측에 반영한다면, 예측된 수요에 따라 공급량을 조절하면서 공급 과잉과 공급부족으로 인해 일어나는 손실을 최소화 시킬 수 있다.

실제 항공화물은 품목별, 지역별로 수요패턴의 차이가 존재하므로 과거의 자료로부터 특정한 패턴을 분석하여 미래의 수요량을 예측하는 시계열분석과 단순 추세분석을 모든 항공 화물에 적용하기가 힘든 부분이 있다. 따라서 항공사는 수요 패턴이 서로 다른 항공 화물에 대해서 더욱 구체적으로 분석하고 가장 적합한 수요량 예측 모형을 이용하여 품목별, 노선별로 정교한 수요 예측 모형을 구축해야 할 것이다.

수요 패턴은 크게 규칙성과 불규칙성으로 나누어질 수 있다. 규칙적인 패턴은 주문이 정기적이고 주문량이 일정한 경우를 의미한다. 이러한 경우에는 주로 회귀모형이나 시계열 모형을 통해서 수요를 예측하는 방법들이 사용되었다. 그러나 불규칙적이고 주문량의 변동 폭이 큰 경우 이러한 수요는 간헐적 수요라고 하고 기존의 회귀 모형이나 시계열 모형으로는 수요 예측의 오류 발생 가능성이 높다. 간헐적 수요를 보이는 품목에 대해서는 주로 Croston모형 혹은 Holts모형 등을 사용하여 수요를

예측한다. 이에, 본 연구에서는 간헐적 패턴을 보이는 항공 화물의 다양한 품목에 대해서 수요 패턴을 분석하고 가장 적합한 모형을 적용하여 수요를 예측하고 검증하고자 한다.

항공화물은 일반적으로 일반화물(general cargo)과 고부가가치 제품, 장기수송 시 가치가 상실되는 제품인 위험물, 부패성화물, 생동물, 고가품, 유해, 외교행낭 등의 특수화물(special cargo)로 나눌 수 있다. 일반화물은 운송이나 보관에 특별한 주의를 요하지 않고 운송 및 보관 시에 환경적 요인도 상대적으로 적게 받으며, 운임도 특수화물에 비해 상대적으로 저렴하여 항공사 수익 극대화에 대한 기여도가 낮다. 반면에 특수화물은 일반화물과 동일한 무게를 운송할 경우 항공기 적재공간은 동일하지만 항공사는 품목분류요율(Class Rate)에 따라 할증요율이 적용되는 구조를 가지고 있어 수익성에 긍정적 요소로 작용된다.

최근 글로벌 항공화물 운송 항공사는 수요가 증가하고 있는 고수익 프리미엄 화물시장을 선도하기 위해 특수화물 운송에 역량을 집중하고 있다. 특히 생동물(Live Animal:AVI), 의약품, 농산물, 신선 화물과 같은 온도유지가 필수인 콜드체인과 민감성 반도체 장비 등 고수익 품목의 영업을 지속적으로 확대해 나가고 있다. 그러나 항공사들이 이러한 특수화물의 간헐적인 수요량 패턴을 고려하지 않는다면 부정확한 수요량 예측으로 인한 손실을 피할 수 없을 것이다.

본 연구에서는 이러한 특수화물 중에서 국내 A 항공사의 2013.1월부터 2017.3월까지 51개월 간 생동물, 귀중품, 외교행낭(Diplomatic Pouch: DIP)의 3개 품목을 선정하여 항공화물의 간헐적 패턴을 조사하였다. 이 세 가지 품목은 주요 항공 화물 품목은 아니지만 지역별로 다양한 간헐적 수준을 확보하기 위해서 선정하였다. 이는 동일 품목이라 할지라도 지역에 따라서 간헐적 수준이 다르기 때문이다. 그리고 품목별, 지역별로 화물 물동량의 수요 패턴 차이를 분석함으로써 품목별, 지역별로 차별화된 수요 예측 모형을 제시하고자 한다. 이러한 수요 예측 모형은 항공사의 비수요 구간 운항을 적시에 파악하여 기단(Fleet)을 줄여 공급을 적절히 조정함으로써 비용절감 효과를 극대화할 수 있는 여건을 마련하고 향후 글로벌 시장에서 경쟁우위를 확보할 수 있는 좋은 기회를 제공해 줄 것으로 판단되기 때문이다. 또한 이러한 연구를 통해서 항공화물의 품목별, 노선별 수요량의 간헐적 수준에 따라서 각각의 수요 예측 모형의 적합성이 서로 다를 수 있음을 증명하고 동일한 품목일지라도 노선에 따라 간헐적 수준이 변하고 수요 예측 모형이 다르게 적용될 수 있음을 확인하고자 한다.

II. 선행연구

2.1 불규칙적 수요 예측 모형

수요 예측 모형에 관한 연구는 오래전부터 지속되어 왔다. 초기에는 정성적 방법을 통한 직관적인 예측을 사용하였고, 이후 전통적인 시계열 방법론(지수평활법, 이동평균법 등)을 활용하였다. 하지만 여객 혹은 화물의 수요 패턴에 대한 기존의 연구들은 노선별, 품목별 다양한 수요 패턴이 존재함에도 불구하고 실무적으로 활용 가능한 수요 예측 모형을 적용하여 응용하는 데는 큰 노력을 기울이지 않았다. 대부분의 운송 수단에 대한 수요는 품목에 따라서 특정한 수요 패턴을 갖게 되고 그 수요 패턴에 따라서 가장 적합한 모형이 무엇인지 찾는 두 단계 분석 과정이 필요하다. 특히 항공 화물의 경우에는 품목에 따라서 수요 패턴이 다양하게 나타날 가능성이 많고 모든 품목에 동일한 수요 예측 모형을 적용하는 것은 모형의 예측력이 떨어지는 등의 바람직하지 않은 방법이다. 예를 들어 계절에 민감한 특수화물은 금액기준으로는 증가하고 있으나, 중량기준으로는 감소하고 있는 디커플링(탈동조

화) 현상이 나타나고 있는 예가 있다. 또한 LCD의 경우, 특정기간의 생산과잉/수요부족으로 인한 급격한 수요 불균형이 발생할 가능성이 크고 가격 하락으로 이어질 수 있으며, 이는 전체적인 디스플레이 판매가 하락으로 항공화물의 수요가 예전보다 급격히 떨어질 가능성이 있다. IT 제품의 소비패턴이 고중량에서 저중량으로 변경되는 추세이지만 이 또한 수요패턴이 일정하다고 볼 수는 없다. 그리고 국내 자동차 공장의 해외 생산거점 공장들이 가동되고 해외 반도체 공장이 신설되면 기계부품 및 플랜트 수출 등으로 이어질 수 있으나, 특정기간에만 발생하기 때문에 이러한 품목들은 수요패턴이 불규칙적이고 간헐적인 수요를 보이게 된다. 이에 따라, 이러한 품목은 경기 변동에 민감할 뿐 아니라 고가이면서 교체 주기가 길기 때문에 수명이 비교적 오래간다고 볼 수 있고 그 결과 주문 간격과 주문량이 불규칙적인 특징을 가지고 있는 경우가 많다.

2.2 간헐적 수요 예측 모형 사례

Ghobbar et al. (2003)과 Boylan et al.(2007)의 간헐적 수요에 대한 정의를 살펴보면 먼저 간헐적 수요(Intermittent demand)는 수요가 없는 상태가 오래 지속되다가 무작위로 주문이 일어나는 경우를 의미하고, 불규칙한 수요(Erratic demand)는 매우 가변적인 수요로서 시간의 불규칙성보다는 주문량의 불규칙성을 의미한다. 매우 더딘 수요(Slow moving demand)는 간헐적인 수요와 유사하지만 간헐적인 주문량이 극소인 경우를 의미하고 덩어리 수요(Lumpy demand)는 간헐적 수요와 유사하지만 주문량이 매우 불규칙적인 경우를 의미한다.

J.D Croston et al.(1972)이 개발한 크로스톤 방법(Croston's method)은 간헐적인 수요를 갖는 부품 및 구성품의 수요를 예측하는 모형으로서 가장 폭넓게 사용되고 있다. 지수평활법은 수요 값과 수요발생 간격(0이 아닌 수요 값의 간격)에 각각 적용하여 수요가 갖고 있는 간헐적 특성을 예측 방법에 반영하는 방법론으로서, 예측 성능 또한 상대적으로 우수하게 나타났다. 그러나 크로스톤 모형도 수요가 0인 상태로 주문 주기가 너무 길거나 주문량이 매우 불규칙적인 경우에는 정확한 예측력을 보여주지 못하므로 수요 발생이 없는 경우가 많을수록 효율성이 떨어지는 경향을 보이고 있다.

Narayanan et al. (2012)는 도코모(DOCKOMO) 사례를 통해 부속품들(spare parts)의 간헐적 수요 예측 모형별 적합성 검증결과에 대하여 연구 하였다. 인도의 건설 중장비 제조업체인 도코모 사례를 통해서 중장비 기계 구성품과 같은 간헐적 수요 패턴을 보이는 품목들에 대해서 그동안 개발되었던 다양한 모형을 적용하고 각 모형 간의 적합성을 비교 검증하였다. 검증 결과 주문량과 주문 주기가 매우 불규칙한 품목의 경우 Croston모형이나 Holts 모형이 다른 모형보다 예측력이 향상된다고 주장하였다. 예비부품의 공급망 관리는 예측 및 재고 관리 문제를 탐구하기 위해 고안되었으며, 예비부품의 아이템들인 경우 수요의 불규칙성으로 인해서 회귀모형이나 시계열 모형으로는 수요 예측의 정확도가 많이 저하된다고 주장하였다.

정기선 외(2017)는 간헐적 수요를 갖는 구성품을 포함한 부품의 수요 예측 방법론 개발에 관한 연구를 발표하였다. 간헐적 수요란 수요가 발생하지 않는(0의 값을 갖는) 경우가 존재하며, 수요 발생간격이 확률적이고 발생하는 수요 값의 분산이 매우 큰 수요 형태를 의미한다. 일반적인 수요의 경우 회귀분석이나 시계열 분석모형을 이용한 예측이 보편적으로 활용되며 그 예측력 또한 적절하다고 볼 수 있지만, 수요가 발생하지 않는 경우가 포함된 경우에는 기존 방법론을 활용한 예측은 무의미한 예측값을 보이게 되는 경우가 많다. 이러한 경우 일반적인 예측 방법론 외에 간헐적 특성을 반영할 수 있는 방법이 필요하다. 이를 위해 엔진, 자동차, 변속기, 기계류 부속 등의 경우 해당 부품의 수요와 그 하위 구성품의 수요가 동반되어 발생하는 부품

간 상관관계를 응용한 간헐적 수요예측의 프레임워크를 제시하였다. 그러나 이 연구에서는 실제 데이터를 이용한 모형의 예측력을 검증하지 못하였다. 이에 본 연구 논문에서는 이 연구에서 제시된 간헐적인 수요 예측 모형을 항공 화물에 적용하여 실제로 예측력을 검증하는 데 그 의미가 있다고 볼 수 있다.

2.3 수요 예측 모형

1) 크로스톤 모형

크로스톤 수요 예측은 해당 기에 대한 전기의 수요 예측량과 실제 수요량을 적정한 배분율 α에 의해서 조정하여 수요 예측을 하는 방법이다. α값은 0과 1사이의 값을 갖게 되며 전기 예측량과 이번 기의 실제 치를 적절하게 배분할 수 있는 가중치의 개념인데, 크로스톤 모형의 수식은 다음과 같다.

먼저 금기의 실제 수요량(Xt)이 0이 아닐 경우 차기의 추정 수요량(Zt+1)은 금기의 실제 수요량(Xt)과 전기에 예측한 금기의 추정 수요량의 합으로 결정된다고 보았다. 그리고 금기의 실제 수요량(Xt)이 0일 경우 차기의 추정 수요량(Zt+1)은 금기의 추정 수요량(Zt)과 동일하다고 가정하였다. 여기에서 α는 조정계수(Smoothing Parameter)로서 0과 1사이의 값을 갖는데 그 값이 클수록 금기의 실제 수요량이 차기의 추정 수요량에 미치는 영향이 커지는 효과가 있다.

$$If\ X_t \neq 0\ \ then\ Z_{t+1} = \alpha X_t + (1-\alpha) Z_t$$
$$If\ X_t = 0\ \ then\ Z_{t+1} = Z_t$$

Z_t : t 시점(금기)에 대한 추정 수요량

Z_{t+1} : t+1 시점(차기)에 대한 추정 수요량

X_t : t 시점에 관찰된 실제 수요량

X_{t+1} : t+1 시점에 관찰된 실제 수요량

본 연구에서는 간헐적 수준이 서로 다른 9개의 품목별 수요량 데이터 셋에 대해서 Croston 모형을 적용하여 예측하고 9개의 WMAPE[1]를 구하여 다른 모형에서 산출된 WMAPE와 비교하여 적용하고자 하였다.

2) Holts Linear Trend 모형

Holts 모형은 간헐적인 수요에 대한 예측 모형으로서 Croston 모형과 유사하지만 간헐적인 모형에서도 비교적 규칙적인 수요에 대한 예측력이 높다. 본 연구에서는 항공 화물의 품목 중에서 간헐적인 수요를 보이는 품목에 대해 Croston과 Holts 모형을 동시에 적용하여 이 두 모형 중 어떤 모형이 예측력이 더 높은지를 분석하였다.

홀트(Holt, 1957)는 단순한 지수 평활 추정 방법을 확장하여 추세를 가진 데이터의 예측을 가능하게 했다. 지수 평활 추정 방법은 가장 최근 데이터에 가장 큰 가중치가 주어지고 시간이 지남에 따라 가중치가 기하학적으로 감소되는 가중치 이동 평균 예측 모형이다. 데이터들이 시간의 지수 함수에 따라 가중치를 가지므로 지수 평활법이라고 한다. 이 모형은 가장 최근의 예측 데이터와 수요량 데이터 간의 차이에 적합한 평활 상수를 사용함으로써 과거의 데이터를 유지할 필요성을 갖지 않는다. 이러한 접근 방법은 어떤 추세를 갖지 않거나 계절적인 패턴을 나타내는 데이터 또는 추세와 계절성을 모두 갖는 데이터에 사용될 수 있다. 본 연구에서 사용하고 있는 Holts모형은 하나의 예측 방정식(Forecast equation)과 두 개의 평활 방정식을 포함하고 있다.

Forecast equation y^t+h|t= l t+hbt

Level equation l t=αyt+(1−α)(l t−1+bt−1)

Trend equation bt=β∗(l t− l t−1)+(1−β∗)bt−1

1) WMAPE(Weighted Mean absolute percentage error) : 실제와 비교하여 산출된 수요 예측의 정확성을 측정한 것을 말한다.

수요량 예측 함수(Forecast equation)를 살펴보면 차기(t+h/t)의 추정 수요량은 l t와 bt의 합으로 이루어진다. 여기서 l t는 t시점의 추정 수요량을 나타내며 bt는 t시점의 추세(수요량 변화율)의 추정치를 나타낸다. 다음에 t시점의 추정 수요량(Level equation) l t는 t시점의 실제 수요량(yt)과 전기(t-1)의 추정 수요량(l t-1 + bt-1)의 가중 평균값이다. α는 0과 1사이의 값을 갖는 조정 계수이다. 다음에 추세 방정식(Trend equation)은 금기와 전기의 추정 수요량의 차이(l t - l t-1)와 t-1 시점의 추세(수요량 변화율)의 가중 평균값이다. 여기에서 β는 추세 방정식의 조정 계수로서 0과 1사이의 값을 갖는다.

Ⅲ. 연구내용 및 방법

3.1 연구 목표

본 연구 목표는 항공 화물에 대한 간헐적 수준에 따른 수요 예측 모형의 적용 방향을 제안하는데 있다. 이러한 연구 목표를 달성하기 위해 다양한 수요 예측 모형의 시뮬레이션을 통해 품목 혹은 노선별로 예측력이 가장 적합한 모형을 선택하는 방법을 사용하였다.

항공사 운영에 있어 항공화물 운송 비즈니스의 비용 최소화 전략 도출을 위한 단계별 분석은 품목별/지역별 최적의 수요 예측 모형을 제시하고, 예측치와 실제치의 차이(예측 오류)를 최소화할 수 있는 모형을 찾아내는 과정을 거치게 된다. 예측 오류를 최소화하기 위해서 MAPE(Mean Absolute Percentage Error)[2] 분석을 실시한다. 품목별/노선별로 도출된 최적의 수요 예측 모형은 항공사의 화물운송을 위한 기재의 최적 운용 계획을 세울 수 있도록 필요한 정보를 제공하고 비용 절감 효과를 가져 오게 될 것이다.

3.2 자료수집 및 분석방법

본 연구에서는 A항공사의 한국에서 미주로 운송하는 품목별, 지역별 화물 수요량 자료를 바탕으로 수요 예측 모형을 적용하였다. 조사 대상의 선정은 항공 화물 중에서 간헐적 수준이 서로 다른 3개 품목을 선정하였다.

특히 화물 수요량 조사는 국내 A항공사의 화물 사업 부문에서 사용하고 있는 화물 데이터베이스인 CSP[3] 시스템의 자료를 활용하였으며, 2013.1월부터 2017.3월까지 51개월간 생동물(AVI), 귀중품(VAL), 외교행낭의 한국발 3개 품목을 선정하여 항공화물 수요의 간헐적 패턴을 조사하였으며 품목별, 지역별로 간헐적 수준 차이가 존재하는 품목별, 노선별 표본을 선정하여 수요예측 모형을 적용하였다. 각각의 항공 화물 품목은 미주행 전체와 도착지별 수요 패턴이 조금씩 다르고 수요 예측모형의 적합도 평가에 있어서 미주행 전체 모형과 도착지별 모형을 구분하여 실시하였다.

3.3 분석과정 및 단계별 측정방법

품목별 수요 패턴은 노선별로 다를 수 있기 때문에 동일한 품목에 대해서 노선별로 각각의 수요 예측 모형의 적합도는 서로 다르게 나타날 가능성이 높다. 따라서 본 연구에서는 품목별 수요예측 모형의 적합도가 서로 다를 수도 있다는 가정을 세우고 수요 패턴이 다른 두 개의 노선을 선택하여 노선별 최적의 모형을 도출하고자 하였다.

2) MAPE(Mean absolute percentage error) : 오류크기를 백분율로 측정하여 예측 정확도를 나타낸다.

3) CSP(Cargo Service Partnership) : 화물 운송, 예약 스케줄 관리 시스템을 말한다.

IV. 실증분석 결과

4.1 CROSTON 모형의 적용 결과

1) 품목별 전체 수요량 예측

Croston 모형에서는 앞에서 설명한 모형을 토대로 월별 수요량(Forecast size)을 아래와 같은 방법을 사용하여 예측한다. 먼저 전월의 실제 수요량이 보다 큰 경우, 전월의 실제 수요량에 α를 곱하고, 전전월에 예측한 전월의 예측 수요량에 $(1-\alpha)$를 곱한 값을 더하여 산출한다. Croston모형에서 차월의 수요량 예측은 전월에 예측한 금월의 예측량과 금월의 실제 수요량의 적정 배분을 통하여 이루어진다. 따라서 적정 배분율인 α 값에 대한 조정 작업이 필요하고 α는 연구자가 주관적으로 조정하여 WMAPE를 최소화 할 수 있는 최적의 α값을 확정해야 한다.

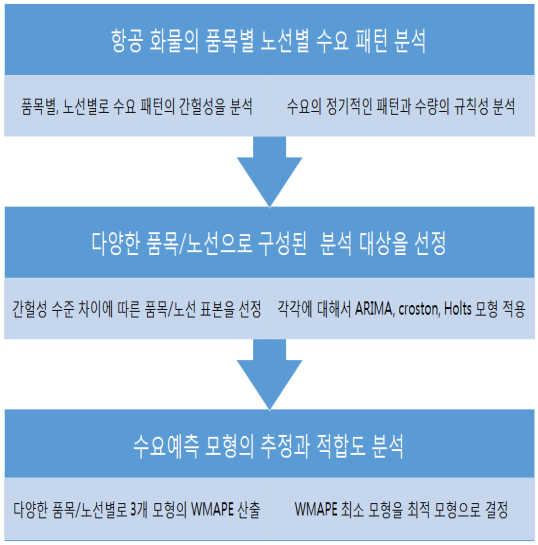

그림 1 수요예측 모형 적합도 분석

만일 전월의 실제 수요량이 0인 경우에는 금월의 예측 수요량과 차월의 예측 수요량은 같게 된다. 만일 전월의 실제 수요량이 0인 경우에는 금월의 예측 간격과 차월의 예측 간격은 동일하게 된다.

실제 미주 노선에서 생동물 물동량의 자료를 토대로 Croston모형의 예측 정확성을 분석하였다. 아래표는 생동물 품목에 대해서 미국 전체 수요량에 Croston 모형을 적용하여 예측한 결과 표이다. DEST는 최종 도착지를 의미하고 생동물 품목의 실제 수요량을 의미한다. 2012년 말의 초기 예측값(intial forecast)은 실제 자료상의 첫 월과 둘째 월의 실제 수요량과 동일하게 맞추기 위해서 200으로 설정하였다. 금월의 수요량을 예측할 때 적용하는 전월의 실제 수요량과 금월의 예측 값의 비율을 결정하는 α값은 0.4로 설정하였다. α값은 본 연구자가 임의로 설정하게 되는데 본 연구에서는 모형별로 WMAPE가 최소화되는 α값을 초기 값으로 설정하였다.

모든 기간에 걸쳐서 실제 값과 모형에 의한 예측 값의 차를 분석한 결과 총 MAD(Error값의 평균)는 298.44, WMAPE (MAD/실제치의 평균)는 0.9354으로 나타났다.

본 연구에서는 이와 동일한 방법으로 추가적으로 2개의 지역 노선의 AVI 품목에 대해서 Croston 모형을 적용하여 수요량을 예측하였다.

표 1. AVI 품목에 대한 미국 전체 수요량 예측 결과 例 - Croston 모형

year/ month	Region	DEST	AVI	Forecast Size	Actual Interval	Forecast Interval	Forecasts	Error	Un biased	MAD	WMAPE
2013. 1	USA	Total	225kg	200.00	1	1	200.00	25.00	200.00	298.44	0.9354
2013. 2	USA	Total	199	210.00	1	1	210.00	11.00	210.00		
2013. 3	USA	Total	146	80.20	1	1	80.20	65.80	80.20		
2013. 4	USA	Total	142	59.00	1	1	59.00	83.00	59.00		
2013. 5	USA	Total	190	57.40	1	1	57.40	132.60	57.40		
2013. 6	USA	Total	242	76.60	1	1	76.60	165.40	76.60		
2013. 7	USA	Total	79	97.40	1	1	97.40	18.40	97.40		
2013. 8	USA	Total	209	32.20	1	1	32.20	176.80	32.20		
2013. 9	USA	Total	51	84.20	1	1	84.20	33.20	84.20		
2013.10	USA	Total	141	21.00	1	1	21.00	120.00	21.00		
2013.11	USA	Total	202	57.00	1	1	57.00	145.00	57.00		
2013.12	USA	Total	312	81.40	1	1	81.40	230.60	81.40		
2014. 1	USA	Total	2,907	125.40	1	1	125.40	2781.60	125.40		
2014. 2	USA	Total	281	1163.40	1	1	1163.40	882.40	1163.40		
2014. 3	USA	Total	142	113.00	1	1	113.00	29.00	113.00		
2014. 4	USA	Total	47	57.40	1	1	57.40	10.40	57.40		
2014. 5	USA	Total	108	19.40	1	1	19.40	88.60	19.40		
2014. 6	USA	Total	45	43.80	1	1	43.80	1.20	43.80		
2014. 7	USA	Total	29	18.60	1	1	18.60	10.40	18.60		
2014. 8	USA	Total	0	12.20	1	1	12.20	12.20	12.20		
2014. 9	USA	Total	0	0.60	1	1	0.60	0.60	0.60		
2014.10	USA	Total	53	0.60	1	1	0.60	52.40	0.60		
2014.11	USA	Total	162	21.80	1	1	21.80	140.20	21.80		
2014.12	USA	Total	135	65.40	1	1	65.40	69.60	65.40		
2015. 1	USA	Total	3,646	54.60	1	1	54.60	3591.40	54.60		
2015. 2	USA	Total	1,980	1459.00	1	1	1459.00	521.00	1459.00		
2015. 3	USA	Total	103	792.60	1	1	792.60	689.60	792.60		
2015. 4	USA	Total	115	41.80	1	1	41.80	73.20	41.80		
2015. 5	USA	Total	66	46.60	1	1	46.60	19.40	46.60		
2015. 6	USA	Total	65	27.00	1	1	27.00	38.00	27.00		

2015. 7	USA	Total	163	26.60	1	1	26.60	136.40	26.60
2015. 8	USA	Total	69	65.80	1	1	65.80	3.20	65.80
2015. 9	USA	Total	61	28.20	1	1	28.20	32.80	28.20
2015.10	USA	Total	5	25.00	1	1	25.00	20.00	25.00
2015.11	USA	Total	0	2.60	1	1	2.60	2.60	2.60
2015.12	USA	Total	28	0.60	1	1	0.60	27.40	0.60
2016. 1	USA	Total	128	11.80	1	1	11.80	116.20	11.80
2016. 2	USA	Total	189	51.80	1	1	51.80	137.20	51.80
2016. 3	USA	Total	77	76.20	1	1	76.20	0.80	76.20
2016. 4	USA	Total	90	31.40	1	1	31.40	58.60	31.40
2016. 5	USA	Total	172	36.60	1	1	36.60	135.40	36.60
2016. 6	USA	Total	39	69.40	1	1	69.40	30.40	69.40
2016. 7	USA	Total	0	16.20	1	1	16.20	16.20	16.20
2016. 8	USA	Total	110	0.60	1	1	0.60	109.40	0.60
2016. 9	USA	Total	8	44.60	1	1	44.60	36.60	44.60
2016.10	USA	Total	2,575	3.80	1	1	3.80	2571.20	3.80
2016.11	USA	Total	0	1030.60	1	1	1030.60	1030.60	1030.60
2016.12	USA	Total	0	0.60	1	1	0.60	0.60	0.60
2017. 1	USA	Total	0	0.60	1	1	0.60	0.60	0.60
2017. 2	USA	Total	0	0.60	1	1	0.60	0.60	0.60
2017. 3	USA	Total	536	0.60	1	1	0.60	535.40	0.60

4.2 Holts 모형의 적용 결과

1) 품목별/지역별 전체 수요량 예측

간헐적 수준이 높은 품목에 대한 두 번째 수요 예측 모형인 Holts모형은 Croston모형 보다는 간헐적 수준이 낮은 품목에 더 적합한 수요 예측 모형이다. 따라서 본 연구에서는 AVI물동량 실제 자료를 바탕으로 Holts모형을 적용하여 수요 예측 모형의 적합성 및 정확성을 분석하였다. 아래 표 2는 생동물 품목에 대해서 미국 전체 수요량에 대해서 홀츠 모형을 적용하여 예측한 결과표이다. 이 모형을 적용하는데 있어서 2012년 말의 초기 예측값(intial forcast)은 첫 월의 물동량과 동일한 수준의 200으로 설정하였고 이번 기의 수요량을 예측할 때 적용하는 전기 실제 수요량과 이번 기 예측 값의 비율을 결정하는 α값은 0,4로 설정하였다. initial trend는 30, β는 0.08로 설정하였다. β는 Holts모형에서 t시점의 추정 수요량(Level equation)을 구할 때 t시점의 실제 수요량(yt)과 전기(t-1)의 추정 수요량(l t-1 + bt-1)의 반영 비율을 정하는 조정계수이다. 본 연구에서는 WMAPE를 최소화하는 β 값을 사용하였다. 모든 기간에 걸쳐서 실제 값과

모형에 의한 예측 값의 차이를 분석한 결과 총 MAD는 419.41, WMAPE는 1.3145이다.

본 연구에서는 이와 동일한 방법으로 추가적으로 2개의 지역 노선의 생동물 품목에 대해서 Holts모형을 적용하여 수요량을 예측하였다.

표 2. AVI 품목에 대한 미국 전체 수요량 예측 결과 例 - Holts 모형

year/ month	Region	DEST	AVI	Ft	Tt	FIT	Error	MAD	WMAPE
2013. 1	USA	Total	225	200.00	30.00	230.00	5.00	419.41	1.3145
2013. 2	USA	Total	199	226.25	29.70	255.95	56.95		
2013. 3	USA	Total	146	213.24	26.28	239.52	93.52		
2013. 4	USA	Total	142	169.38	20.67	190.05	48.05		
2013. 5	USA	Total	190	154.01	17.79	171.80	18.20		
2013. 6	USA	Total	242	185.45	18.88	204.33	37.67		
2013. 7	USA	Total	79	232.58	21.14	253.72	174.72		
2013. 8	USA	Total	209	122.68	10.66	133.34	75.66		
2013. 9	USA	Total	51	190.08	15.20	205.28	154.28		
2013.10	USA	Total	141	89.57	5.94	95.51	45.49		
2013.11	USA	Total	202	129.63	8.67	138.30	63.70		
2013.12	USA	Total	312	186.07	12.49	198.57	113.43		
2014. 1	USA	Total	2,907	283.64	19.30	302.94	2604.06		
2014. 2	USA	Total	281	2255.98	175.54	2431.53	2150.53		
2014. 3	USA	Total	142	818.63	46.51	865.14	723.14		
2014. 4	USA	Total	47	322.79	3.12	325.91	278.91		
2014. 5	USA	Total	108	116.73	-13.61	103.11	4.89		
2014. 6	USA	Total	45	106.78	-13.32	93.46	48.46		
2014. 7	USA	Total	29	57.11	-16.23	40.89	11.89		
2014. 8	USA	Total	0	31.97	-16.94	15.03	15.03		
2014. 9	USA	Total	0	3.76	-17.84	-14.08	14.08		
2014.10	USA	Total	53	-3.52	-17.00	-20.52	73.52		
2014.11	USA	Total	162	34.62	-12.59	22.03	139.97		
2014.12	USA	Total	135	127.01	-4.19	122.82	12.18		
2015. 1	USA	Total	3,646	131.96	-3.46	128.50	3517.50		
2015. 2	USA	Total	1,980	2766.62	207.59	2974.22	994.22		
2015. 3	USA	Total	103	2228.55	147.94	2376.49	2273.49		

2015. 4	USA	Total	115	671.37	11.53	682.90	567.90
2015. 5	USA	Total	66	256.98	-22.54	234.43	168.43
2015. 6	USA	Total	65	108.11	-32.65	75.46	10.46
2015. 7	USA	Total	163	67.61	-33.28	34.34	128.66
2015. 8	USA	Total	69	130.83	-25.56	105.28	36.28
2015. 9	USA	Total	61	78.07	-27.73	50.33	10.67
2015.10	USA	Total	5	58.33	-27.09	31.24	26.24
2015.11	USA	Total	0	11.56	-28.67	-17.11	17.11
2015.12	USA	Total	28	-4.28	-27.64	-31.92	59.92
2016. 1	USA	Total	128	13.02	-24.05	-11.03	139.03
2016. 2	USA	Total	189	93.24	-15.71	77.54	111.46
2016. 3	USA	Total	77	161.13	-9.02	152.12	75.12
2016. 4	USA	Total	90	95.78	-13.52	82.25	7.75
2016. 5	USA	Total	172	88.06	-13.06	75.00	97.00
2016. 6	USA	Total	39	147.75	-7.24	140.51	101.51
2016. 7	USA	Total	0	64.38	-13.33	51.05	51.05
2016. 8	USA	Total	110	12.76	-16.39	-3.63	113.63
2016. 9	USA	Total	8	81.59	-9.58	72.02	64.02
2016.10	USA	Total	2,575	24.00	-13.42	10.59	2564.41
2016.11	USA	Total	0	1933.90	140.45	2074.34	2074.34
2016.12	USA	Total	0	518.59	15.99	534.57	534.57
2017. 1	USA	Total	0	133.64	-16.09	117.56	117.56
2017. 2	USA	Total	0	29.39	-23.14	6.25	6.25
2017. 3	USA	Total	536	1.56	-23.52	-21.95	557.95

본 연구에서는 동일한 방법으로 나머지 귀중품, 외교행낭 품목에 대해서도 동일한 방법으로 Croston과 Holts 모형을 적용하여 수요예측을 수행하였다.

아래 표 3은 Croston과 Holts모형의 WMAPE를 요약한 표이다. 3개의 품목은 간헐적 수준에 따라서 수요 예측 모형을 검증하기 위해서 선택된 품목들이다. 귀중품 품목은 수요량이 가장 불규칙적이고 수요량이 0인 기간이 오래 지속되는 등 간헐적 수준이 가장 높은 품목이다. 그 다음에 귀중품 품목은 수요량이 0인 경우는 거의 없지만 수요량이 기간별로 불규칙적인 품목이다. 외교행낭 품목은 기간별 수요량이 많고 수요량의 변동폭이 크지 않은 간헐성이 가장 낮은 품목이다.

3.2 Croston과 Holts 모형의 비교

Croston과 Holts모형은 간헐적인 수요량을 보이는 품목에 대한 수요량 예측에 적합한 모형이고

Croston모형은 Holts모형보다 간헐성이 더 높은 수요량 예측에 적합한 모형으로 알려져 있다. 분석 결과 전반적으로 모든 품목에서 두 모형의 적합도(WMAPE : Weighted Mean Absolute Percentage Error)를 비교한 결과, 간헐적 수준이 높은 AVI와 VAL품목의 경우 Croston모형이 Holts모형 보다 예측 능력이 더 우수한 것으로 나타났다. 그러나 간헐성 수준이 낮은 외교행낭 품목의 경우에는 Holts모형이 Croston모형 보다 예측력이 조금 더 뛰어난 것으로 나타났다. 이 사실을 통해서 항공 화물의 경우 간헐성의 수준에 따라서 서로 다른 예측 모형을 사용하는 것이 타당하다는 사실을 알 수 있었다.

이어 항공사의 전체 수요량과 노선별 수요량의 예측 모형으로서 두 모형의 예측력을 비교 분석하였다. 분석 결과 전체 수요량을 예측하는 경우 노선별 수요량을 예측하는 것보다 두 모형의 예측력이 전반적으로 향상된다는 사실을 알 수 있었다. 전체 수요량은 노선별 수요량을 더한 것이므로 전체 수요량은 간헐적 수준이 노선별 수요량보다 적은 것이 당연하였다. 그러나 노선에 따라서는 전체 수요량과 다른 패턴을 가진 특정 품목의 경우 전체 수요량에 적합한 모형이 노선별 수요량에서는 적합도가 떨어질 수도 있음을 알 수 있었다.

항공사는 다양한 지역과 다양한 노선을 가지고 있으므로 노선에 따라서 동일 품목이라 할지라도 수요 패턴이 서로 다를 수 있다. 만일, 동일 품목에 대해서 노선별 간헐적 수준이 서로 다르게 나타난다면 수요 예측을 위한 모형도 달라져야 할 것이다. 간헐적 수준은 항공사의 전체 수요량 예측 뿐만 아니라 노선별 수요량을 예측하기 위해서 반드시 고려해야 할 매우 중요한 요인이라는 사실이 본 연구를 통해서 밝혀졌다.

이러한 분석 결과는 품목별, 노선별로 간헐적 수준을 측정하고 간헐적 수준에 따른 최적의 모형을 적용하는 것이 필요하다는 사실을 말해준다.

표 3. Croston과 Holts모형의 비교

구분	AVI		VAL		DIP		
	CR	HOL	CR	HOL	CR	HOL	AVG
total	0.9354	1.3145189	0.908	1.1151145	0.4608319	0.398931	0.8554596
J.F.K	1.0552561	1.5652595	27.2000	38.3215	0.5016369	0.4140628	11.509614
SEA (ATL)	1.8508418	2.2298253	1.6641	2.0144	1.0875575	1.1427289	1.664897
AVG	1.2805	1.7032012	9.9240199	13.816984	0.6833421	0.6519076	4.6766569

* VAL은 물동량이 전무하여 ATL(Atlanta)행 자료 사용

V. 결론 및 시사점

본 연구는 간헐적 수요 패턴을 보이는 항공 화물에 대한 수요량 예측을 위해서 예측 모형을 적용하고 항공사의 수요 예측 모형에 관한 적정성을 제시하는 데 있다. 그동안 수요 예측 모형은 자동차, 항공 여객, 관광, 호텔 등의 수요량이 많고 정기적이고 규칙적인 제품 혹은 서비스 산업에서 주로 사용되어져 왔다. 그러나 항공 화물의 경우에는 불규칙적인 수요 패턴으로 인해 수요 예측 모형을 적용하여 활용하는 데 별로 관심을 기울이지 않았다. 그러나 항공 화물의 경우, 간헐적인 수요를 갖는 품목에 대한 예측 모형을 적용하게 되면 주관적인 예측 오류를 줄일 수 있는 대안으로서 의미가 있을 것이다.

항공사의 입장에서 실제 노선에 대한 수요예측이 가능하다면 항공사는 예측된 수요에 따라 공급량을 조절하면서 공급과잉과 공급부족으로 인해 발생되는 손실을 최소화 시킬 수 있다. 이에 기존연구들과 함께 품목별, 지역별로 간헐적인 항공화물에 대한 수요 예측 연구 또한 관심을 가지고 비중 있게 다루어져야 한다.

따라서 본 연구에서는 간헐적인 수요 패턴을 갖는 수요 예측 모형에서 가장 대표적인 Croston 모형과 Holts 모형을 사용하여 항공 화물의 수요를

예측하고 두 모형의 적합성을 비교하였다. 분석 결과, 두 모형은 품목 혹은 노선의 간헐적 수준에 따라서 서로 다른 예측력을 보여 주었다.

또한 간헐성의 수준에 따라 두 모형은 서로 다른 상관관계를 보여주고 있었다. 전반적으로 간헐성의 수준이 높을수록 Croston 모형이 Holts 모형보다 더 적합한 것으로 나타났다. Holts 모형은 수요량 이외에 주문 간격에 대한 가중치를 사용하고 있어서 주문 간격이 일정한 경우 그 예측력이 더 높게 나타나는 모형이었다. 그 결과 수요량이 0인 기간이 많거나 주문 간격이 불규칙적인 수요에 대해서는 적합도가 떨어지는 것으로 추정된다. 이에 반하여 Croston모형은 주문 간격을 고려하지 않기 때문에 불규칙적인 수요에 대해서 예측력이 더 높게 나타나는 것으로 추정되었다.

실제 항공 화물의 수요 예측은 품목과 노선에 따라서 두 모형이 서로 다른 적합도를 보여줄 가능성이 높은 것으로 나타났다. 똑같은 품목일지라도 노선에 따라서 간헐적 수준이 다르다면 Croston모형과 Holts모형의 적합도는 서로 다르게 나타날 것이다. 그 결과 동일 품목에 대해서 노선별로 서로 다른 예측 모형을 사용하여 수요 예측 능력을 향상시키는 것이 중요하였다. 본 연구에서도 미주노선의 경우 노선별로 두 모형의 적합도가 서로 상반된 결과가 나왔기 때문에 향후 본 연구를 통해 실제 사용 가능한 항공화물의 수요예측모형 적용 시에 간헐성은 반드시 고려해야 할 사항이라는 점이 밝혀졌다.

이러한 간헐적인 수요예측은 다음과 같은 항공사의 전략적 가치를 극대화할 수 있는 중요한 방법이 될 수 있을 것인데 그 내용은 아래와 같다.

첫째, 노선 별 기재운영계획을 사전에 파악하여 항공사의 공급관리를 체계화 할 수 있을 것이다. 자사기 활용을 극대화하며, 필요 시 임차기 운영(wet lease)을 합리적으로 운영하여 불필요한 비용 손실을 최소화 할 것이다.

둘째, 노선의 구조조정을 통해 비수익 노선을 과감히 정리 축소하고, 해외 거점 도시 영업점들을 1개의 대표지점으로 통합함으로써, 이로 인한 인력 재배치와 영업망 축소로 업무 효율성이 크게 증대할 수 있을 것이다.

셋째, 예상 매출과 비용의 손익분석이 정량적으로 구체화되어 항공사의 정책결정에 중요한 판단자료가 될 것이다.

넷째, 지점의 인력에 대한 효율적 관리와 인건비 절감을 통해 불필요한 고정비 지출을 사전에 막을 수가 있으며, 해외지점의 경우, 인력 pool을 통해 필요 시 추가 인력에 대한 필수 교육을 체계적으로 실시할 수 있는 여유가 생길 것이다.

다섯째, 중장기 항공기 도입계획을 수립하는데 있어, 중단거리 노선에 필요한 협동체(narrow body)와 장거리 노선에 투입하는 광동체(wide body)를 효율적으로 선택함으로써 항공사는 노선별로 다양한 전략적 구상을 할 수 있을 것이다. 예를 들어, 여객기 화물 공간(belly cargo space) 활용은 최근 이슈화되고 있는 항공화물시장의 추세이다.

여섯째, 지점 별 비용예산을 실질적으로 편성할 수 있도록 하여 물동량의 처리량이 많은 지점의 경우, 조업서비스 향상을 위해 항공사는 다양한 지원을 할 것이며, 향후 항공사의 브랜드 이미지 제고에도 도움이 될 것이다.

마지막으로 항공과 항만의 연계방안으로는,지난 2006년 관세청이 실시한 환적화물에 대한 통관절차 간소화 조치는 통관과 검역에 유연성이 있어 SEA & AIR 등 환적화물 유치에 많은 영향을 주고 있다. 우리나라의 항공화물 흐름은 외국의 4단계(화주, 포워더, 조업사, 항공사)에 비교하여 3단계나 많아 경쟁력에서 뒤쳐질 수 밖에 없다. 이는 국내 물류기업이 종합물류기업으로 발전하거나 해당 물류기업과의 제휴를 통해 운송위주에서 탈피한 보관, 통관,조업 등 물류의 일관(ONE-STOP) 서비스를 꾀해야 해결될 수 있음을 의미한다.

또한 우리나라의 수출입물류체계와 내륙물류체계를 통합하는 국가SCM 모델을 개발, 즉 생산지와 물류거점 공항/항만의 물류정보와 항공/공항, 해운/항만, 내륙물류를 통합하는 국가물류 DB를 구축하여야 하며 이는 기업들의 물류의사 결정을 지원하고 정부의 실천적 정책 입안의 근간을 제공할 수 있을 것이다.

참고문헌

구본기, 손은호 (2006), "계절ARIMA모형을 이용한 항공권 판매액 예측", 대한관광경영학회, 관광연구, Vol.21 No.1

권익현(2016), "결합예측기법을 이용한 간헐적 수요에 대한 수요예측", 대한안전경영학회지, Vol.18 No.4

김상열, 박호(2015), "국제교역환경변화에 따른 항공화물 교역 패턴 변화 분석", 한국국제경영관리학회 학술발표대회 논문집, Vol.2015 No.5

김창범(2007), "해상운송의 물동량 예측과 항만물류정책-승법 계절ARIMA 모형을 이용하여", 한국항만경제학회지, Vol.23 No.1

서보현, 양태웅, 하헌구(2017), "항공화물수요예측에서 계절 ARIMA모형 적용에 관한 연구 : 인천국제공항발 미주 항공노선을 중심으로" 대한교통학회지, Vol.35 No.2

윤지성, 허남균, 김상용, 허희영(2010), "계절형 다변량 시계열 모형을 이용한 국제항공 여객 및 화물 수요 예측에 관한 연구", 한국통계학회, Vol.17 No.3

이광수, 최종해(2013), "신규 항공노선 개설시 수요 및 수익성 추정 방법론 연구 - 인천~로마 노선 사례 분석 중심", 교통연구, Vol.20 No.2

정기선, 박진수, Nokhaiz Tariq Khan, 김윤배(2016), "간헐적 수요를 갖는 구성품을 포함한 부품의 수요예측 방법론 개발에 관한 연구", 대한산업공학회 학술대회 논문집, Vol.2016 No.4

정기선, 최승락, 박진수, 김윤배(2016), "분류 기법을 활용한 간헐적 수요예측 확장 프레임워크 개발", 한국시뮬레이션학회 학술대회 논문집, Vol.2016 No.10

하정훈, 옥창수, 전홍배, 석혜성(2015), "간헐적 수요예측을 위한 수정된 Croston 방법", 한국경영과학회 학술대회 논문집, Vol.2015 No.4

Altay, N., Rudisill, F., Litteral, L.A(2008), "Adapting Wrights modification of Holts method to forecasting intermittent demand", International journal of production economics, Vol.111 No.2

Boylan J.E. and Syntetos A.A(2005), "The accuracy of intermittent demand estimates", International journal of forecasting, Vol.21 No.2

Bermudez, J. D., Corberan-Vallet, A., Vercher, E.(2009), "Forecasting time series with missing data using Holts model", Journal of statistical planning and inference, Vol.139 No.8

Ghobbar A.A., Friend C.H.(2003), "Evaluation of forecasting methods for intermittent parts demand in the field of aviation: a predictive model", Computers & Operations Research, Vol.30 No.14

Johnston, F. R., Boylan, J. E.(1996), "Forecasting intermittent demand: a comparative evaluation of Croston's method", International journal of forecasting Vol.12 No.2

Sivillo J.K. and Reilly D.(2004), "Forecasting consumer product demand with weather information: a case study", Journal of Business forecasting, Winter, Vol.23 No.4

Segerstedt, A.,(2010), "Evaluation of forecasting error measurements and techniques for intermittent demand", International journal of production economics, Vol.128 No.2

Narayanan A, Seshadri S(2012), "2012 ACADEMIC CASE STUDY SERIES, Dockomo Heavy Machinery Equipment Ltd. : Spare Parts Supply Chain Management", Teaching Notes

Willemain, T. R., Smart, C. N., Schwarz, H. F.(2004), "A new approach to forecasting intermittent demand for service parts inventories", Vol.20 No.3

항공화물의 간헐적 수요예측에 대한 비교 모형 연구

- Croston모형과 Holts모형을 중심으로 -

유병철 · 박영태

국문요약

기업이 물류비용을 절감할 수 있는 정교한 수요 예측 모형은 그동안 수많은 연구를 통해 다양한 방법들이 제시되었다. 이러한 연구들은 주로 수요 패턴에 의해서 적용 가능한 수요 예측 모형을 결정하고, 통계적 검증을 통해서 모형의 정확성을 판단하였다. 수요 패턴은 크게 규칙성과 불규칙성으로 나뉘어 질 수 있다. 규칙적인 패턴은 주문이 정기적이고 주문량이 일정한 경우를 의미한다. 이러한 경우에는 주로 회귀모형이나 시계열 모형을 통해서 수요를 예측하는 방법들이 사용된다. 그러나 불규칙적이고 주문량의 변동 폭이 큰 경우는 간헐적 수요(Intermittent Demand)라고 하는데, 기존의 회귀 모형이나 시계열 모형으로는 수요 예측의 오류 발생 가능성이 높기 때문이다. 간헐적 수요를 보이는 품목에 대해서는 주로 Croston모형 혹은 Holts모형 등을 사용하여 수요를 예측한다. 본 연구에서는 간헐적 수요 패턴을 보이는 항공 화물의 다양한 품목에 대해서 수요 패턴을 분석하고, 다양한 모형을 통해 수요를 예측하여 각 모형의 예측력을 비교 분석하였다. 이 과정에서 항공 화물의 품목별, 지역별로 다양한 모형의 적합도를 분석하여 항공사가 가장 효율적으로 운영할 수 있는 항공 화물의 수요 예측 모형에 대한 개발 방향을 제시하고자 함이 본 논문의 목적이다.

주제어 : 항공 화물, 수요 예측, 수요 패턴, 간헐적 수요, 크로스톤 & 홀트